

A estática é o ramo da mecânica que estuda as forças que atuam em objetos que estão em repouso. Na engenharia civil a estática é particularmente importante, prédios, pontes, viadutos e outras construções são estruturas que devem ficar em repouso (estáticas).

ESTÁTICA DA PARTÍCULA
 "Força resultante é igual a zero".

PARTÍCULA (PONTO MATERIAL) é qualquer objeto cuja as dimensões são muito pequenas, quando comparadas com as outras dimensões envolvidas no problema. Ao considerarmos um objeto como partícula, estamos supondo que os efeitos rotacionais não são importantes no dado estudo.

Exemplo: A terra pode ser considerada uma partícula se estivermos estudando seu movimento em torno do sol.

CORPO RÍGIDO é aquele que praticamente não sofre deformação quando sob ação das forças que atuam sobre ele. E cujas dimensões influem na análise do seu equilíbrio, isto é, não pode ser tratado como partícula.

Exemplo: A prancha de uma gangorra não poderá ser considerada uma partícula, pois a posição de aplicação da força peso, das crianças que estão brincando, irá influenciar no equilíbrio da mesma.

CENTRO DE GRAVIDADE (BARICENTRO) é o ponto de aplicação da força peso. É neste ponto que devemos desenhar o vetor peso.

CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO DE UMA PARTÍCULA

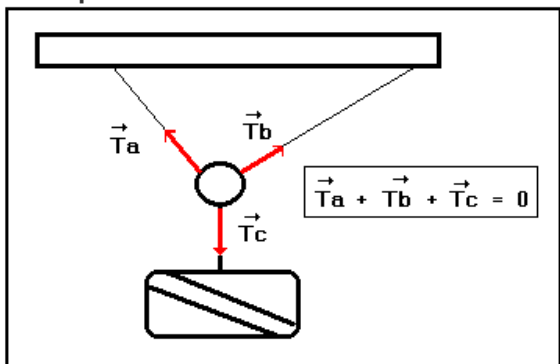
Da 1ª lei da mecânica sabemos que: para uma partícula que está em repouso permanecer parada, é necessário que a força resultante sobre a mesma seja zero. Matematicamente temos;

$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n = 0 \quad \text{ou} \quad F_R = 0$$

Ou em termos de componentes horizontais ("x") e verticais ("y") temos:

- 1) $\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx} = 0$
- 2) $\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny} = 0$

Exemplo:



TORQUE OU MOMENTO
 "MEDIDA DA TENDENCIA A ROTAÇÃO"

TORQUE OU MOMENTO- O TORQUE MEDE A TENDÊNCIA DE UMA FORÇA FAZER UM CORPO GIRAR EM TORNO DE UM EIXO. BRAÇO DE UMA FORÇA relativo a um eixo, é a menor distância entre o eixo de rotação e a linha de ação da força.

TORQUE OU MOMENTO DE UMA FORÇA é dado pela expressão

$$M = F \cdot d$$

Onde

F = magnitude da força aplicada ao corpo
 d = braço dessa força relativa ao eixo dado.

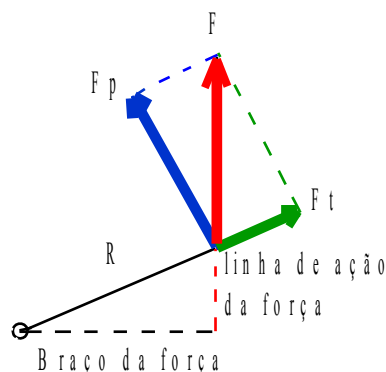


fig. 1

CONVENÇÃO DE SINAIS. + (POSITIVO) quando F tende a girar o corpo no sentido anti-horário.
 - (NEGATIVO) quando F tende a girar o corpo no sentido horário.

Momento de uma força em relação a um pólo "o".

$$M_o = R \times F \text{ (produto vetorial)}$$

Onde (ver fig. 1)

F = vetor força aplicada ao corpo

R = vetor posição da força.

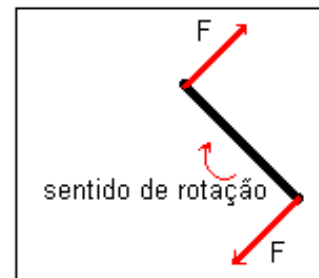
UNIDADES DE MEDIDAS DO TORQUE. S.I.

Newton.metro (N.m) C.G.S. dyn.cm e M.k .S. kgf.m

MOMENTO RESULTANTE de um sistema de forças em relação a um eixo é igual a soma dos momentos das forças constituintes do sistema, em relação ao mesmo eixo. Se o momento resultante das forças que atuam em um corpo rígido é zero, ele não possui movimento rotacional, ou está girando com velocidade angular constante

BINÁRIO

É o sistema constituído por duas forças de mesma intensidade, mesma direção, sentidos opostos e linhas de ação diferentes



- OBS. 1. A força resultante de um binário é nula
- 2. Um binário tende a produzir apenas uma rotação no corpo em que é aplicado.
- 3. Um binário só pode ser equilibrado por outro binário.
- 4. A soma dos momentos de suas forças é constante e independe de qualquer centro de momento escolhido.

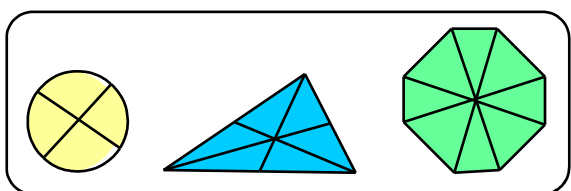
MOMENTO DE UM BINÁRIO. O módulo do momento de um binário é dado por:

$$M = F \cdot d \quad \text{onde} \quad d = AB$$

CENTRO DE MASSA

PONTO DE UM SISTEMA DE PARTÍCULAS QUE SE MOVE COMO SE TODAS AS MASSAS E FORÇAS EXTERNAS ESTIVESSEM NELE CONCENTRADAS.

- O centro de massa de um sistema isolado (resultante de forças igual a zero) move-se em movimento retilíneo e uniforme(MRU) num referencial inercial qualquer.
- O centro de massa de um sistema de partículas move-se como se fosse uma partícula de massa igual a massa total do sistema e sujeito a força externa resultante aplicada ao mesmo.
- A quantidade de movimento total de um dado sistema é igual ao produto da massa total pela velocidade do centro de massa.
- O centro de massa de um sistema que apresenta distribuição uniforme de massa é o próprio CENTRO GEOMÉTRICO (CENTRÓIDE).

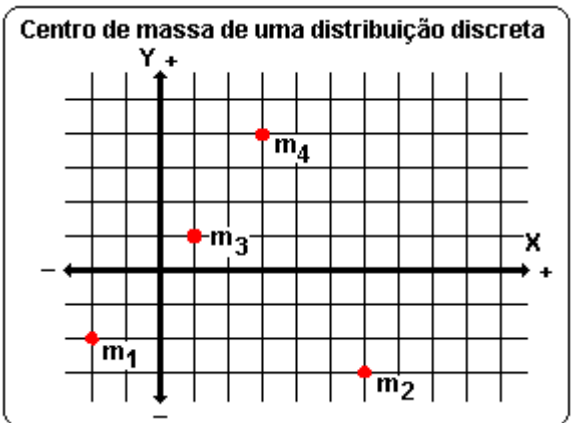


A determinação do centro de massa é feita através da média ponderada.

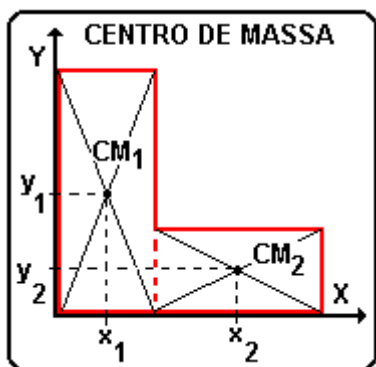
FÓRMULA:

$$X_{cm} = (m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \dots + m_n \cdot x_n) / (m_1 + m_2 + \dots + m_n)$$

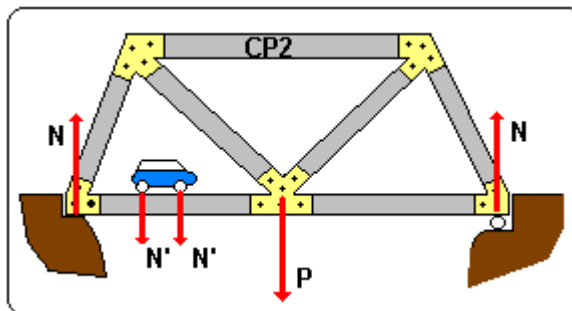
$$Y_{cm} = (m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + \dots + m_n \cdot y_n) / (m_1 + m_2 + \dots + m_n)$$



Centro de massa de uma distribuição contínua.



ESTÁTICA DOS SÓLIDOS



TEOREMA DE CHASLES - Existem duas formas simples de movimentos para um sistema rígido, translação e rotação, e qualquer outra forma de movimento possível, por mais esdrúxula que seja, pode sempre ser considerada como a superposição de uma rotação e uma translação.

TRANSLAÇÃO - é o movimento de um corpo, no qual qualquer linha reta desenhada no mesmo permanece paralela a si mesma.

ROTAÇÃO - No movimento de rotação todos os pontos do corpo se movem em circunferências, cujos centros estão numa mesma reta, chamada de eixo de rotação.

PRINCÍPIO DA TRANSMISSIBILIDADE- O efeito de uma força que atua sobre um corpo rígido não se altera, se deslocarmos o ponto de aplicação da força sobre a linha de ação da mesma.

CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO DE UM SÓLIDO

Para que um sólido esteja em equilíbrio num referencial inercial é necessário satisfazer duas condições, uma referente ao equilíbrio de translação e outra referente ao equilíbrio de rotação.

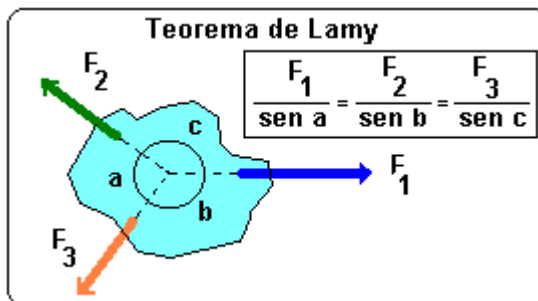
EQUILÍBRIO DE TRANSLAÇÃO - A condição de equilíbrio de translação de um corpo rígido (centro de massa em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme) é que a resultante das forças externas atuantes no corpo seja nula.

$$\Sigma F = 0$$

EQUILÍBRIO DE ROTAÇÃO - A condição de equilíbrio (não girar ou movimento de rotação uniforme) de um corpo rígido sob ação de um sistema de forças é que a soma algébrica dos momentos de todas as forças em relação a qualquer eixo arbitrário seja nula.

$$\Sigma M = 0$$

TEOREMA DE LAMY - Se um sistema rígido estiver em equilíbrio sob ação de apenas três forças externas, F_1 , F_2 e F_3 , não paralelas, o módulo de cada uma delas é proporcional ao seno do ângulo entre as outras duas.



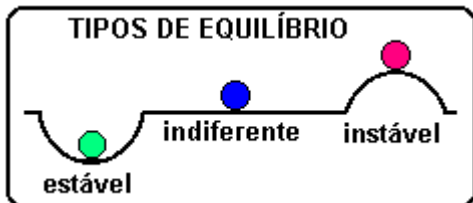
TEOREMA DE POISSON. Qualquer sistema de forças por mais complexo que seja, sempre pode ser reduzido a uma força única(resultante) e a um binário (tossor) cujo plano seja ortogonal a força resultante.

EQUILÍBRIO DOS CORPOS

EQUILÍBRIO ESTÁVEL - Quando fizermos um pequeno deslocamento no corpo, compatível com os vínculos, este tender a retornar a sua posição inicial devido a ação das forças e momentos que passaram a atuar no corpo.

EQUILÍBRIO INSTÁVEL - Quando ao deslocarmos o corpo ligeiramente de sua posição de equilíbrio, ele tender a se afastar ainda mais da sua posição primitiva.

EQUILÍBRIO INDIFERENTE - Quando todas as posições vizinhas forem também de equilíbrio, pois mediante pequeno deslocamento do corpo não aparecerão forças e momentos que tenderão a retornar ou afastar ainda mais o mesmo da posição inicial.



PRINCÍPIO DA ENERGIA POTENCIAL MÍNIMA
 Uma posição de equilíbrio de um sistema submetido apenas a forças conservativas é estável se nela for mínima a energia potencial do sistema; é instável se nela for máxima a energia potencial do sistema; e neutra se existir uma vizinhança sua na qual a energia potencial do sistema seja constante.

A CONDIÇÃO DE EQUILÍBRIO DE UM CORPO APOIADO É que a vertical baixada do centro de gravidade do corpo passe pela base de apoio.

CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE. Se o centro de gravidade está na posição mais baixa em comparação com todas as outras adjacentes possíveis, o equilíbrio será estável.

MÁQUINAS SIMPLES

A força que se tem que vencer ou equilibrar com auxílio de uma máquina é chamada geralmente de RESISTÊNCIA (R), enquanto que a força que é necessária aplicar na máquina para se obter o efeito desejado é usualmente chamada de motriz (POTENTE).

VANTAGEM MECÂNICA - de uma máquina qualquer é a razão entre a resistência e a força motriz a ela aplicada, estando a máquina em equilíbrio.

$$VM = F. Potente / F. resistente$$

ALAVANCAS

A alavanca é uma barra rígida que pode girar em torno de um eixo ao qual fica ligado. O eixo de rotação de uma alavanca é chamado de eixo de apoio ou fulcro.

ALAVANCA INTERFIXA

EXS: balanças, tesouras, alicates e etc.

ALAVANCA INTER-RESISTENTE

EXS: carrinho de mão, quebra-nozes, espremedor de alho e etc.

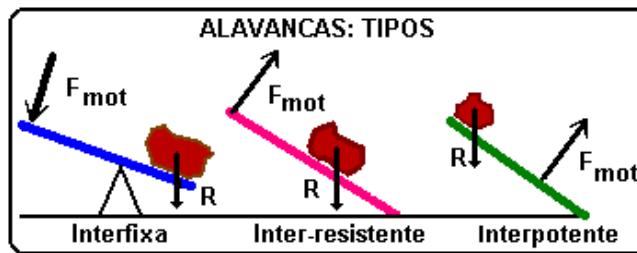
ALAVANCA INTERPOTENTE

EXS: pinça, pegador de gelo, vara de pescar, acelerador de carro e etc.

CONDIÇÃO DE EQUILÍBRIO PARA QUALQUER ALAVANCA

$$R \cdot B = F \cdot b$$

B = braço da força resistente ; b = braço da força potente



POLIAS

POLIA FIXA

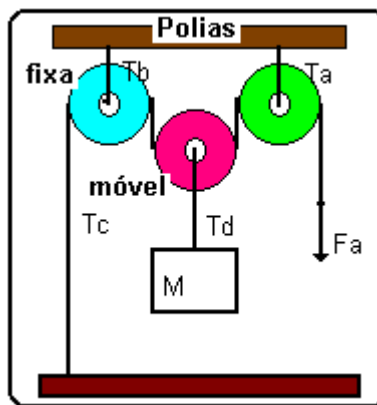
condição de equilíbrio $F = R$

POLIA MÓVEL

condição de equilíbrio $F = R / 2$

TALHA EXPONENCIAL

Associação de polias com só uma fixa. Se tivermos n polias móveis, a força motriz será: $F = R / 2$



PLANO INCLINADO

É um plano rígido suposto sem atrito e inclinado de um ângulo a. condição de equilíbrio

$$F = p \cdot \text{sen } a$$

Exemplos de máquinas que utilizam o princípio do plano inclinado: parafuso, macaco de parafuso, cunha e etc.

